

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 30 JUL 2004  
WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 34 771.2

**Anmeldetag:** 30. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Schaltventil mit Druckausgleich für einen  
Kraftstoffinjektor mit Druckverstärker

**IPC:** F 02 M 57/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Juli 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Letang

R. 306018

30. Juli 2003

5 Robert Bosch GmbH

**Schaltventil mit Druckausgleich für einen Kraftstoffinjektor mit Druckverstärker**

10

Technisches Gebiet

Zum Einbringen von Kraftstoff in die Brennräume direkteinspritzender Verbrennungskraftmaschinen werden hubgesteuerte Einspritzsysteme mit Hochdruckspeicherraum (Common Rail) eingesetzt. Der Vorteil dieser Einspritzsysteme liegt darin, dass der Einspritzdruck in den Brennraum an Last und Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine in weiten Bereichen angepasst werden kann. Zur Reduzierung der Emissionen und zum Erzielen einer hohen spezifischen Leistung ist ein hoher Einspritzdruck erforderlich. Das erreichbare Druckniveau von Hochdruckkraftstoffpumpen ist aus Festigkeitsgründen begrenzt, so dass zur weiteren Drucksteigerung bei Kraftstoffeinspritzsystemen Druckverstärker in den Kraftstoffinjektoren zum Einsatz kommen.

20

Stand der Technik

25 DE 101 23 913 A1 hat eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor zum Gegenstand. Zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle ist eine beweglichen Druckübersetzerkolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet. Der Druckübersetzerkolben trennt einen an die Kraftstoffhochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum. Durch Befüllen eines Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraumes von Kraftstoff kann der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden. Der Kraftstoffinjektor weist einen beweglichen Schließkolben zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen auf. Der Schließkolben ragt in einen

30 Schließdruckraum hinein, so dass der Schließkolben mit Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist zur Erzielung einer in Schließrichtung auf den Schließkolben wirkenden Kraft. Der Schließdruckraum und der Rückraum werden durch einen gemeinsamen Schließdruck-Rückraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Schließdruck-Rückraumes perma-

35

5      nent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind. Es ist ein Druckraum zum Versorgen der Einspritzöffnungen mit Kraftstoff und zum Beaufschlagen des Schließkolbens mit einer in Öffnungsrichtung wirkenden Kraft vorgesehen. Ein Hochdruckraum steht derart mit der Kraftstoffhochdruckquelle in Verbindung, dass im Hochdruckraum, abgesehen von Druckschwingungen, ständig zumindest der Kraftstoffdruck der Kraftstoffhochdruckquelle anliegen kann, wobei der Druckraum und der Hochdruckraum durch einen gemeinsamen Einspritzraum gebildet werden. Sämtliche Teilbereiche des Einspritzraumes sind permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden.

10      DE 102 294 15.1 bezieht sich auf eine Einrichtung zur Nadelhubdämpfung an druckgesteuerten Kraftstoffinjektoren. Es wird eine Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine offenbart, die einen Kraftstoffinjektor umfasst, der über eine Hochdruckquelle mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagbar ist. Der Kraftstoffinjektor wird über ein Zumessventil betätigt, wobei ein Einspritzventilglied von einem Druckraum umschlossen ist und das Einspritzventilglied in Schließrichtung durch eine Schließkraft beaufschlagbar ist. Dem Einspritzventilglied ist ein von diesem unabhängig bewegbares Dämpfungselement zugeordnet, welches einen Dämpfungsraum begrenzt und mindestens einen Überströmkanal zur Verbindung des Dämpfungsraumes mit einem weiteren hydraulischen Raum aufweist. Gemäß DE 102 294 15.1 erfolgt die Steuerung des Kraftstoffinjektors mit einem 3/2-Ventil, wodurch sich zwar ein kostengünstiger und bauraumsparender Injektor darstellen lässt, jedoch dieses Ventil eine relativ große Rücklaufmenge des Drückübersetzers zu steuern hat.

25      Anstelle der aus DE 102 294 15.1 bekannten Ausführungsform eines 3/2-Ventiles können auch Servoventile eingesetzt werden, die im Ruhezustand des Servoventiles am Führungsabschnitt leakagefrei ausgebildet sind, was den Wirkungsgrad eines Kraftstoffinjektors günstig beeinflusst. Nachteilig ist jedoch der Umstand, dass im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens des 3/2-Wegeventils keine in dessen Öffnungsrichtung weisende Druckfläche mit Systemdruck beaufschlagt ist. Dadurch wird die Bewegung des Servoventilkolbens in seinem Gehäuse sehr toleranzempfindlich. Ferner lässt sich eine langsame Öffnungsgeschwindigkeit des Servoventilkolbens nicht erreichen, wodurch die Kleinstmengenfähigkeit eines derart konfigurierten Servoventiles eingeschränkt ist. Im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens stellt sich an einem an diesem ausgebildeten zweiten Ventilsitz nur eine ungenügende Schließkraft ein, was zu Undichtigkeiten und zu erhöhtem Verschleiß führen kann.

Nachteilig bei den aus dem Stande der Technik bekannten Servoventilen sind einerseits der große fertigungstechnische Aufwand sowie andererseits die damit verbunden Kosten.

### Darstellung der Erfindung

Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung wird ein direktschaltendes, als 3/2-Wegeventil ausgebildetes Schaltventil vorgeschlagen, welches vollständig druckausgeglichen ist. An der Ventilmadel des Schaltventiles ist sowohl ein Dichtsitz als auch eine Schieberdichtung ausgebildet. Am Schaltventil sind oberhalb eines Niederdruckraumes ein erster Druckraum sowie ein zweiter Druckraum ausgebildet. Zur Erzielung einer Druckausgeglichenheit sind der Durchmesser des Dichtsitzes und der Durchmesser der Ventilmadel nahezu identisch, so dass der Kraftstoffdruck aus einem ersten Druckraum und der Kraftstoffdruck aus einem zweiten Druckraum keine Kräfte auf die Ventilmadel ausüben vermögen.

Um zu vermeiden, dass aus dem Niederdruckraum Kräfte auf die Ventilmadel wirken, kann an der Ventilmadel an dem dem Niederdruckraum zuweisenden Ende ein Fortsatz ausgebildet sein.

Der Dichtsitz, der sich oberhalb des Niederdruckraumes befindet, kann entweder als Flachsitz oder als Kegelsitz ausgebildet werden. Der das direktschaltende Schaltventil betätigende Aktor kann sowohl als Piezosteller als auch als Magnetaktor ausgebildet sein. Zur Verbesserung der Zumessgenauigkeit und zur Dosierung kleiner Kraftstoffmengen kann eine Nadelhubdämpfung vorgesehen werden, mit welcher die Bewegung des Einspritzventilgliedes auf kleinste Wege begrenzt werden kann. Durch das erfindungsgemäße, als 3/2-Wegeventil ausgebildete Schaltventil können Kraftstoffinjektoren, die einen Druckverstärker enthalten betätigt werden, um die großen Rücklaufmengen zu beherrschen. Die erfindungsgemäße Lösung bietet gegenüber als 3/2-Servo-Ventilen ausgebildeten Schaltventilen den Vorteil, dass diese hinsichtlich des fertigungstechnischen Aufwandes wesentlich einfacher und damit kostengünstiger zu fertigen sind, da nur eine einteilige Ventilmadel notwendig ist und der hydraulische Steuerraum mit den toleranzkritischen Drosseln und dem notwendigen Vorsteuerventil entfällt. Die Ausbildung in einem einteiligen Ventilgehäuse gewährleistet eine geringere Teilanzahl und eine hohe Fertigungsgenauigkeit zwischen der Nadelführung und Nadelsitz. Andererseits kann das Ventilgehäuse in vorteilhafter Weise auch zweiteilig ausgebildet werden, in Verbindung mit einem als Flachsitz ausgebildeten Dichtsitz. Dabei liegt der Dichtsitz des Flachsitzes in einem zweiten als Dichtplatte ausgebildeten Körperteil. Durch die verbesserte Zugänglichkeit zur Bearbeitung von Dichtsitz, Schieberkanten und Ventilkammern lässt sich eine wesentlich kostengünstigere Fertigung des Ventiles erreichen.

Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

5 Es zeigt:

Figur 1 einen Kraftstoffinjektor mit Druckverstärker, welcher über den Differenzdruckraum gesteuert wird und über ein direktschaltendes 3/2-Wegeventil geschaltet wird und

10

Figur 2 eine weitere Ausführungsvariante eines Kraftstoffinjektors, dessen 3/2-Schaltventil eine Ventalnadel aufweist, an welcher im Bereich des Niederdruckraumes des Schaltventiles ein Fortsatz ausgebildet ist, und

Figur 3 ein mehrteiliges Ventilgehäuse eines direkt schaltenden 3/2-Wegeventils.

Ausführungsvarianten

20 Der Darstellung gemäß Fig. 1 ist ein Kraftstoffinjektor mit Druckverstärker zu entnehmen, der über einen Differenzdruckraum steuerbar ist und mittels eines direktschaltenden 3/2-Wege-Ventiles betätigbar ist.

25 Über eine Druckquelle 1, bei der es sich zum Beispiel um einen Hochdruckspeicher (Common Rail) eines Kraftstoffeinspritzsystems handeln kann, steht über eine Hochdruckzuleitung mit einem Druckverstärker 3 in Verbindung. Die Hochdruckzuleitung 2 mündet in einen Arbeitsraum 4 des Druckverstärkers 3. Der Arbeitsraum 4 ist von einem druckentlastbaren und druckbeaufschlagbaren Differenzdruckraum 6 über einen Verstärkerkolben 5 getrennt. Eine Stirnseite des Verstärkerkolbens 5 beaufschlagt einen Kompressionsraum 8 des Druckverstärkers 3. Dem Verstärkerkolben 5 des Druckverstärkers 3 ist eine Rückstellfeder 7 zugeordnet, welche die Rückstellbewegung des Verstärkerkolbens 5 in seine Ruhelage unterstützt. Vom Arbeitsraum 4 des Druckverstärkers 3 erstreckt sich eine Überströmleitung 9 zu einem Schaltventil 22.

35 Der Differenzdruckraum 6 des Druckverstärkers 3 ist über eine Steuerleitung 10 ebenfalls mit dem Schaltventil 22 verbunden, welches über einen Aktor 37 betätigbar ist. Der Aktor 37 kann, wie in Fig. 1 angedeutet, als ein eine Magnetspule 38 umfassendes Magnetventil ausgestaltet sein oder auch als Piezoaktor ausgeführt werden.

Vom Kompressionsraum 8 des Druckverstärkers 3 erstreckt sich eine Druckraumzuleitung 11 zu einem Druckraum 12, der im Körper eines Kraftstoffinjektors ausgebildet ist. Im Körper des Kraftstoffinjektors ist ein Einspritzventilglied 13 aufgenommen. Das Einspritzventilglied 13 weist im Bereich des Druckraumes 12 eine Druckstufe 14 auf. Das Einspritzventilglied 13 ist an seiner oberen Stirnseite über eine in einem Steuerraum aufgenommene Schließfeder 15 in Schließrichtung beaufschlagt. Vom Druckraum 12 aus erstreckt sich ein Ringspalt 16, über welchen bei Druckbeaufschlagung des Druckraumes 12 Kraftstoff Einspritzöffnungen 17 zuströmt. Die Einspritzöffnungen 17 münden in einen Brennraum 18 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine.

10

Die Druckbeaufschlagung des die Schließfeder 15 aufnehmenden Steuerraumes oberhalb des Einspritzventilgliedes 13 erfolgt über eine den Differenzdruckraum 6 des Druckverstärkers 3 mit dem die Schließfeder aufnehmenden Steuerraum verbindende Verbindungsleitung 19. Von dieser zweigt ein Abzweig 20 ab, in welchem ein Befüllventil 21 aufgenommen ist, welches in den Kompressionsraum 8 des Druckverstärkers 3 mündet und zu dessen Wiederbefüllung bei einer Rückstellbewegung des Übersetzerkolbens 5 dient.

20

Die vom Differenzdruckraum 6 zum Schaltventil 22 führende Steuerleitung 10 mündet in einen zweiten Druckraum 29 im Ventilgehäuse 35 des Schaltventiles 22. Das Schaltventil 22 umfasst eine Ventalnadel 23. Die Ventalnadel 23 weist einen Durchmesser 27 in ihrem Führungsbereich innerhalb des einteilig ausgebildeten Ventilgehäuses 35 auf, der einem Durchmesser 26 an einem Dichtsitz 24 an der Ventalnadel 23 entspricht. Dadurch ist die einteilig ausgebildete Ventalnadel 23 des als direktschaltenden 3/2-Wege-Ventils beschaffenen Schaltventiles 22 druckausgeglichen. Darüber hinaus weist die einteilige Ventalnadel 23 des Schaltventiles 22 eine Schieberdichtung 25 auf.

25

Mittels der Schieberdichtung 25 an der einteilig ausgebildeten Ventalnadel 23 kann die in den ersten Druckraum 28 des Schaltventiles 22 vom Arbeitsraum 4 aus mündende Überströmleitung 9 gegen den zweiten Druckraum 29 verschlossen werden. Bei geschlossenem Dichtsitz 24 ist der zweite Druckraum 29 gegen einen Niederdruckraum 30 verschlossen. Vom Niederdruckraum 30 zweigt ein niederdruckseitiger Rücklauf 32.2 ab, der zu einem in Fig. 1 nicht dargestellten Kraftstoffreservoir führt.

30

35

Die Schieberdichtung 25 der einteilig ausgebildeten Ventalnadel 23 wird durch eine gehäuseseitig ausgebildete Steuerkante 33 und eine ventilnadelseitig ausgebildete Steuerkante 34 gebildet und liegt dem Dichtsitz 24 am niederdruckseitigen Ende der einteilig ausgebildeten Ventalnadel 23 gegenüber.

In vorteilhafter Weise ist die Ventilnadel 23 einteilig ausgebildet und in ein ebenfalls einteilig ausgebildetes Ventilgehäuse 35 eingelassen. Die Ventilnadel 23 wird durch eine Schließfeder 36 in Schließrichtung beaufschlagt, so dass der Dichtsitz 24 bei nicht betätigtem Aktor 37 stets den zweiten Druckraum 29 zum niederdruckseitigen Rücklauf 32.2 verschließt. Der Dichtsitz 24 kann als Dichtkante oder als Dichtfläche ausgebildet werden. In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante ist der Aktor 37 als Magnetaktor ausgebildet, eine Spule 38 enthaltend. Der unteren Ringfläche der Spule 38 des Magnetaktors gegenüberliegend, weist die einteilig ausgebildete Ventilnadel 23 eine Platte 39 auf.

10 Im deaktivierten Ruhezustand des Druckverstärkers 3 befindet sich das Schaltventil 22 aufgrund der auf die Ventilnadel 23 wirkenden Schließfeder 36 in einer geschlossenen Position. In dieser in Fig. 1 dargestellten Position der einteilig ausgebildeten Ventilnadel 23 steht der Differenzdruckraum 6 über die geöffnete Schieberdichtung 25 des Schaltventiles 22 und die Steuerleitung 10, die Überströmleitung 9 mit dem Arbeitsraum 4 in Verbindung. Dadurch herrscht im Differenzdruckraum 6 des Druckverstärkers 3 derselbe Druck wie im Arbeitsraum 4 des Druckverstärkers 3. Demgegenüber ist aufgrund der Schließkraft der Schließfeder 36 der Dichtsitz 24 zum Niederdruckraum 30 geschlossen, so dass der Differenzdruckraum 6 vom niederdruckseitigen Rücklauf abgekoppelt ist und der Druckverstärker 3 sich in seinem druckausgeglichene Zustand befindet und keine Druckverstärkung auftritt.

Zur Aktivierung des Druckverstärkers 3 wird der Differenzdruckraum 6 druckentlastet. Dies erfolgt durch eine Ansteuerung, d.h. ein Öffnen des Schaltventiles 22, welches beispielsweise über eine Bestromung der Magnetspule 38 erfolgen kann, so dass die Platte 39 an der Oberseite der Ventilnadel 23 in Richtung auf die Spule 38 gezogen wird. Aufgrund dessen bewegt sich die Ventilnadel 23 nach oben. Dabei erfolgt ein Überdecken der Steuerkanten 33, 34 der Schieberdichtung 25, so dass diese schließt, wohingegen der Dichtsitz 24 am niederdruckseitigen Ende der einteilig ausgebildeten Ventilnadel 23 öffnet. Dadurch erfolgt eine Abkopplung des Differenzdruckraumes 6 vom Arbeitsraum 4, d. h. der Druckquelle 1 und der Differenzdruckraum 6 wird über die Steuerleitung 10, welche in den zweiten Druckraum 29 mündet, den offen stehenden Dichtsitz 24 in den niederdruckseitigen Rücklauf 32.2 druckentlastet. Dadurch fährt der Verstärkerkolben 5 des Druckverstärkers 3 in den Kompressionsraum 8 ein, so dass unter extrem hohem Druck stehender Kraftstoff von diesen via Druckraumzuleitung 11 in den Druckraum 12 gelangt. Die sich im Druckraum 12 aufbauende hydraulische Kraft greift an der hydraulisch wirksamen Fläche der Druckstufe 14 an und bewegt das Einspritzventilglied 13 entgegen der Wirkung der Schließfeder 15 in eine Öffnungsstellung, so dass vom Druckraum 12 über den Ring-

spalt 16 den Einspritzöffnungen 17 zuströmender Kraftstoff in den Brennraum 18 der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann.

5 Zum Beenden des Einspritzvorganges wird das als direkt Schaltventil 22 aktiviert, d.h. geschlossen. Über die Wirkung der Schließfeder 36 bewegt sich die einteilig ausgebildete Ventilnadel 23 in ihre untere Ausgangsstellung. Bei der vertikalen Abwärtsbewegung der einteilig ausgebildeten Ventilnadel 23 erfolgt ein Schließen des Dichtsitzes 24 und ein Öffnen der Schieberdichtung 25, gebildet durch die Steuerkanten 33 bzw. 34. Über den Arbeitsraum 4, die Überströmleitung 9, den ersten  
10 Druckraum 28, dem zweiten Druckraum 29 und die Steuerleitung 10 baut sich im Differenzdruckraum 6 des Druckverstärkers 3 Systemdruck auf, wodurch der Druckverstärker 3 deaktiviert wird, d. h. unterstützt durch die Rückstellfeder 7 wieder in seine Ruhelage zurückkehrt. Das Einspritzventilglied 13 schließt, da der Druck im Druckraum 12 bei Druckentlastung des Kompressionsraumes 8 ebenfalls abnimmt.

Bei Wiederbefüllung des Differenzdruckraumes 6 über die Steuerleitung 10 erfolgt gleichzeitig ein Überströmen von Kraftstoff in die Verbindungsleitung 19 zu dem die Schließfeder 15 aufnehmenden Steuerraum des Einspritzventilgliedes 13. Über den von der Verbindungsleitung 19 abzweigenden Abzweig 20 strömt Kraftstoff über ein Befüllventil 21, welches beispielsweise als Rückschlagventil ausgebildet sein kann, dem wieder zu befüllenden  
20 Kompressionsraum 8 des Druckverstärkers 3 zu.

Die Druckausgeglichenheit des als direkt Schaltventiles 22 wird durch übereinstimmende Durchmesser 26 im Bereich des Dichtsitzes 24 und im Bereich der Ventilnadel 23, vgl. Nadeldurchmesser 27 im einteiligen Gehäuse 35 erreicht. Dadurch üben sowohl der im ersten Druckraum 28 anstehende Kraftstoffdruck als auch der im zweiten Druckraum 29 anstehende Kraftstoffdruck keine Kräfte auf die einteilig ausgebildete Ventilnadel 23 aus.

30 Anstelle der im Differenzdruckraum 6 aufgenommenen Rückstellfeder 7 zur Unterstützung der Rückstellbewegung des Verstärkerkolbens 5 in seine Ruhelage, kann diese Stellfeder auch in einem anderen Raum des Druckverstärkers 3 untergebracht sein, oder es kann auf hydraulischem Wege eine Rückstellkraft erzeugt werden.

35 Der Dichtsitz 24 kann zum Beispiel als Flachsitz oder wie in Fig. 1 angedeutet als Kegelsitz ausgebildet werden. In Verbindung mit einem zweiteilig ausgebildeten Ventilgehäuse können bei Ausbildung des Dichtsitzes 24 als Flachsitz erhebliche fertigungstechnische Vorteile erzielt werden. Bei einem zweiteilig ausgebildeten Ventilgehäuse 35, kann der als



Flachsitz ausgeführte Dichtsitz 24 in einem zweiten, als Dichtplatte 35.2 ausgebildeten Ventilgehäuseteil liegen (Figur 3). Durch die verbesserte Zugänglichkeit zur Bearbeitung des Dichtsitzes 24 sowie von Schieberkanten und Ventilkammern lässt sich bei Einsatz eines zweiteilig ausgebildeten Ventilgehäuses eine kostengünstigere Fertigung des Ventiles erreichen. Neben der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante des Aktors 37 als Magnetspule 38, kann auch ein Piezosteller zur Betätigung der einteiligen Ventilmadel 23 des direktschaltenden 3/2-Wege-Ventiles 22 eingesetzt werden. Zur Verbesserung der Zumessgenauigkeit und zur Darstellung kleiner Einspritzmengen kann dem Einspritzventil 13 ein Dämpfungskolben zugeordnet werden, welcher die Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes 13 bei aktiviertem Druckverstärker 3 und von dessen Kompressionsraum 8 in den Druckraum 12 einströmenden, unter erhöhtem Druck stehenden Kraftstoff dämpft.

Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsvariante eines direktschaltenden 3/2-Wege-Ventiles zu entnehmen, dessen Ventilmadel einen niederdruckseitigen Fortsatz aufweist.

Im Unterschied zur in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante befindet sich an der Ventilmadel 23 unterhalb des Dichtsitzes 24 ein Fortsatz 31, welcher in den Niederdruckraum 30 eintaucht. Oberhalb des Fortsatzes 31 der einteilig ausgebildeten Ventilmadel 23 verläuft ein erster niederdruckseitiger Rücklauf 32.1, während unterhalb des Fortsatzes 31 ein zweiter niederdruckseitiger Rücklauf 32.2 abzweigt. Analog zur Darstellung der einteiligen Ventilmadel 23 gemäß Fig. 1 umfasst die Ventilmadel 23 gemäß der Ausführungsvariante nach Fig. 2 eine Schieberdichtung 25, welche durch eine ventilmadelseitige Steuerkante 34 und eine ventilgehäuseseitige Steuerkante 33 gebildet wird. Zur Druckausgeglichenheit der Ventilmadel 23 entsprechen der Führungsdurchmesser 27 der Ventilmadel 23 und der Sitzdurchmesser 26 des Dichtsitzes 24 einander. Mit der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsvariante kann erreicht werden, dass im Niederdruckraum 30 auftretende Druckkräfte nicht auf die Ventilmadel 23 wirken. Die Funktionsweise der Ausführungsvariante, welche in Fig. 2 dargestellt ist, entspricht der Funktionsweise des in Fig. 1 dargestellten Kraftstoffinjektors mit Druckverstärker 3, der über das direktschaltende Schaltventil 22 betätigt wird, dessen Ventilmadel 23 ohne den in Fig. 2 dargestellten Fortsatz 31 im Niederdruckraum 30 beschaffen ist.

Im Vergleich zu den aus dem Stande der Technik bekannten Servoventilen, mit welchen ein Kraftstoffinjektor mit Druckverstärker 3 betätigbar ist, und mit welchen die hohen Absteuermengen bei Druckentlastung des Differenzdruckraumes 6 des Druckverstärkers 3 beherrschbar sind, ist das Schaltventil 22 als direktschaltendes 3/2-Wege-Ventil ausgebildet, und kann aufgrund der einteilig ausgebildeten Ventilmadel 23, sei sie mit oder ohne

Fortsatz 31 ausgebildet, wesentlich einfach und fertigungstechnisch günstiger hergestellt werden und die einteilige Ausbildung des Ventilgehäuses 35 des als direktschaltendes 3/2-Wege-Ventils ausgebildeten Schaltventiles 22 gewährleisten eine ausreichende Fertigungsgenauigkeit und damit eine tolerierbare Dichtheit bei Hochdruckeinspritzsystemen für die direkteinspritzende Verbrennungskraftmaschinen.

Bei einem zweiteilig ausgebildeten Ventilgehäuse 35 kann unter Einsatz eines als Flachsitz ausgebildeten Dichtsitzes 24 dieser in einem als Dichtplatte 35.2 ausgebildeten Ventilgehäuseteil liegen. Diese Ausführungsvariante eröffnet die Möglichkeit einer verbesserten Zugänglichkeit zur Bearbeitung des Dichtsitzes 24 der Schieberdichtung 25 sowie der Ventilkammern des Ventils. Die Ausführungsvariante eines direkt schaltenden 3/2-Wegeventiles mit einem mehrteiligen Ventilgehäuse ist in Figur 3 dargestellt. Das mehrteilige Ventilgehäuse 35 umfasst einen ersten Gehäuseteil 35.1, in welchem die Ventilnadel 23 des direkt schaltenden Schaltventiles 22 geführt ist. An der Ventilnadel 23, die in einem Durchmesser 27 ausgebildet ist, ist eine einer Magnetspule 38 gegenüberliegende Platte 39 ausgebildet, die ihrerseits von der Schließfeder 36 beaufschlagt ist. Im ersten Gehäuseteil 35.1 ist die gehäuseseitige Steuerkante 33, die mit der ventilnadelseitigen Steuerkante 34 zusammenwirkt, ausgebildet. Der Dichtsitz 24 wird bevorzugt als Flachsitz ausgebildet. Durch den Dichtsitz 24 wird der Niederdruckraum 30 abgedichtet. Dieser kann in fertigungstechnisch besonders einfacher Weise als Sacklochbohrung ausgebildet werden, von der ein zweiter niederdruckseitiger Rücklauf 32.2 abzweigt. Die Steuerleitung 10 mündet in den zweiten Druckraum 29, die vom Arbeitsraum 4 des Druckverstärkers 3 abzweigende Überströmleitung 9 mündet in den ersten Druckraum 28. Der zweite Ventilgehäuseteil 35.2 des mehrteiligen Ventilgehäuses 35 kann ein eigenständiges Bauteil darstellen, welches getrennt vom Injektorkörper eines Kraftstoffinjektors ausgebildet ist. Das als Dichtplatte ausgebildete zweite Ventilgehäuseteil 35.2 kann jedoch ebenso gut durch das Injektorgehäuse an sich gebildet werden.

Die in der Ausführungsvariante gemäß Figur 2 dargestellten niederdruckseitigen Rückläufe 32.1, 32.2 können zusammengeführt sein und an ein beiden Rückläufen 32.1, 32.2 gemeinsames Rücklaufsystem angeschlossen werden.

Das erfindungsgemäß vorgeschlagene als direktschaltendes 3/2-Wege-Ventil ausgebildete Schaltventil 22 lässt sich bei Druckverstärkern 3 einsetzen, die über eine Steuerung des Druckes im Differenzdruckraum 6 gesteuert werden. Entsprechend des Auslegungsverhältnisses des Druckverstärkers 3 erfolgt eine Druckerhöhung in dessen Kompressionsraum 8, welcher über die Druckraumzuleitung 11 im Druckraum 12 indem das Einspritzventil-

-10-

glied 13 im Bereich einer Druckstufe 14 umgebenden Druckraum 12 ansteht. Je höher der dort herrschende Druck ist, desto höherer Einspritzdruck lässt sich an den in den Brennraum 18 der Verbrennungskraftmaschine mündenden Einspritzöffnungen 17 erreichen.

Bezugszeichenliste

1	Druckquelle (Common Rail)	33	gehäuseseitige Steuerkante
2	Hochdruckzuleitung	34	ventilnadelseitige Steuerkante
3	Druckverstärker	35	Ventilgehäuse
4	Arbeitsraum	35.1	erstes Gehäusesteil
5	Verstärkerkolben	35.2	zweites Gehäusesteil
6	Differenzdruckraum	36	Schließfeder 3/2-Ventil
7	Rückstellfeder	37	Aktor
8	Kompressionsraum	38	Magnetspule
9	Überströmleitung	39	Platte
10	Steuerleitung		
11	Druckraumzuleitung		
12	Druckraum		
13	Einspritzventilglied		
14	Druckstufe		
15	Schließfeder		
16	Ringspalt		
17	Einspritzöffnung		
18	Brennraum		
19	Verbindungsleitung		
20	Abzweig		
21	Befüllventil		
22	Schaltventil (3/2-Wege-Ventil)		
23	Ventilnadel		
24	Dichtsitz		
25	Schieberdichtung		
26	Durchmesser Dichtsitz		
27	Führungsdurchmesser		
28	erster Druckraum		
29	zweiter Druckraum		
30	Niederdruckraum		
31	Ventilnadelfortsatz		
32.1	erster niederdruckseitiger Rücklauf		
32.2	zweiter niederdruckseitiger Rücklauf		

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einem Druckverstärker (3), der von einer Druckquelle (1) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt wird und dessen Arbeitsraum (4) von einem Differenzdruckraum (6) über einen Verstärkerkolben (5) getrennt ist, wobei die Druckentlastung und die Druckbeaufschlagung des Differenzdruckraumes (6) über ein Schaltventil (22) erfolgen, welches mit dem Differenzdruckraum (6) über eine Steuerleitung (10) verbunden ist und ein Druckraum (12) am Einspritzventilglied (13) über eine Druckraumzuleitung (11) mit einem Kompressionsraum (8) des Druckverstärkers (3) in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltventil (22) ein direktschaltendes 3/2-Wege-Ventil ist, dessen Ventalnadel (23, 31) druckausgeglichen ist und sowohl einen Dichtsitz (24) als auch eine Schieberdichtung (25) aufweist.
2. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltventil (22) einen ersten Druckraum (28) und einen zweiten Druckraum (29) aufweist, welche durch die Schieberdichtung (25) voneinander trennbar sind.
3. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Druckraum (29) des Schaltventiles (22) mittels des Dichtsitzes (24) von einem Niederdruckraum (30) trennbar ist.
4. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltventil (22) eine einteilig ausgebildete Ventalnadel (23) aufweist.
5. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventalnadel (23) einen Führungsdurchmesser (27) im Ventilgehäuse (35) aufweist, der im Wesentlichen einem Durchmesser (26) des Dichtsitzes (24) der Ventalnadel (23) entspricht.
6. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dass die Ventalnadel (23) einen Ventalnadelfortsatz (31) umfasst, der von einem Niederdruckraum (30) umschlossen ist.
7. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit dem der Hochdruckzuleitung (2) verbundene Überströmleitung (9) in den ersten Druckraum (28) des Schaltventiles (22) mündet und eine den Differenzdruckraum (6) des Druckverstärkers (3) druckbeaufschlagende oder druckentlastende Steuerleitung (10) in den zweiten Druckraum (29) des Schaltventiles (22) mündet, wobei die Druckräu-

-13-

me (28) über die Schieberdichtung (25) entsprechend der Hubbewegung der Ventilnadel (23) voneinander trennbar oder miteinander verbindbar sind.

- 5 8. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Dichtsitz (24) am niederdruckraumseitigen Ende der Ventilnadel (23) als Kegelsitz oder als Flachsitz ausgebildet ist.
- 10 9. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die einteilig ausgebildete Ventilnadel (23) in einem einteilig ausgebildeten Ventilgehäuse (35) aufgenommen ist.
10. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die einteilig ausgebildete Ventilnadel (23) in einem mehrteilig ausgebildeten Ventilgehäuse (35) geführt ist.
11. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Führungsdurchmesser (27) der Ventilnadel (23) dem Durchmesser der Schieberdichtung (25) entspricht.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kraftstoffinjektor mit einem Druckverstärker (3), der  
5 von einer Druckquelle (1) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt wird. Ein  
Arbeitsraum (4) des Druckverstärkers (3) ist von einem Differenzdruckraum (6) des  
Druckverstärkers (3) über einen Verstärkerkolben (5) getrennt. Die Druckentlastung und  
die Druckbeaufschlagung des Differenzdruckraumes (6) des Druckverstärkers (3) erfolgen  
über ein Schaltventil (22). Dieses ist mit dem Differenzdruckraum (6) über eine Steuerlei-  
10 tung (10) verbunden. Ein Druckraum (12) an einem Einspritzventilglied (13) ist über eine  
Druckraumzuleitung (11) mit einem Kompressionsraum (8) des Druckverstärkers (3) ver-  
bunden. Das Schaltventil (22) ist als direktschaltendes 3/2-Wege-Ventil ausgeführt, dessen  
Ventilnadel (23, 31) druckausgeglichen ist und sowohl einen Dichtsitz (24) als auch eine  
Schieberdichtung (25) aufweist.

(Figur 1)

**Fig. 1**

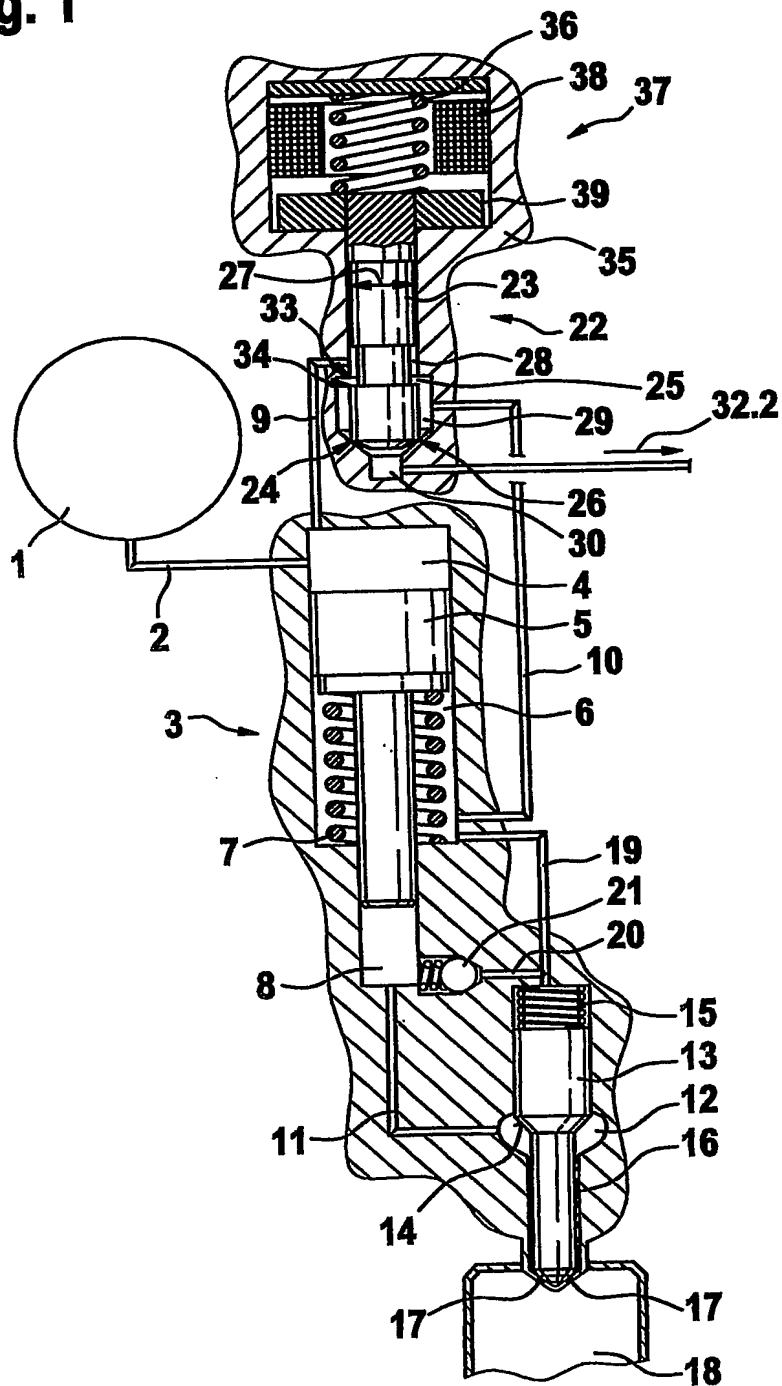








Fig. 3

